

Cara uji unjuk kerja motor bakar untuk kendaraan bermotor kategori M dan N



© BSN 2010

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Istilah dan definisi	1
3 Persyaratan kondisi pengujian.....	1
4 Prosedur pengujian dan pencatatan data	5
5 Ketelitian pengukuran	7
6 Faktor koreksi daya	7
7 Penyajian hasil.....	10
Lampiran A	11
Lampiran B	16
Bibliografi	18



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI), "*Cara uji unjuk kerja motor bakar bensin kendaraan bermotor kategori M dan N*", merupakan standar baru. Standar ini disusun untuk memenuhi kebutuhan standardisasi pengujian di Indonesia, khususnya dalam hal ini adalah uji unjuk kerja mesin kategori M dan N.

Standar ini mengacu sebagian dari *ECE No. 85: Measurement of engine power*.

Standar ini disusun Panitia Teknis 43-01, Rekayasa Kendaraan Jalan Raya, Direktorat Industri Alat Transportasi Darat dan Kedirgantaraan – IATDK, Departemen Perindustrian, tahun anggaran 2007, yang telah dibahas dalam rapat konsensus pada tanggal 19 Februari 2008 di Jakarta yang dihadiri oleh wakil dari produsen, konsumen, lembaga penelitian dan instansi terkait lainnya.



Cara uji unjuk kerja motor bakar untuk kendaraan bermotor kategori M dan N

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara untuk memperoleh kurva daya dan konsumsi bahan bakar spesifik terhadap putaran motor bakar. Metode ini berlaku untuk motor bakar yang dipergunakan sebagai penggerak kendaraan bermotor kategori M dan N. Yang dimaksud dengan motor bakar disini adalah motor bakar bensin dan motor bakar diesel, selanjutnya dalam paragraf lainnya dalam standar ini disebut dengan mesin.

2 Istilah dan definisi

2.1

daya bersih (kW)

Daya bersih adalah daya poros motor bakar yang terpasang lengkap dengan peralatan bantu yang diperlukan untuk pengoperasiannya (lihat Tabel 1) yang diukur pada bangku uji

2.2

pemakaian bahan bakar spesifik (g/kW.jam)

Pemakaian bahan bakar spesifik adalah jumlah massa bahan bakar yang dikonsumsi mesin per satuan daya poros per jam.

3 Persyaratan kondisi pengujian

3.1 Sebelum pengujian motor bakar harus mengalami *run-in* sesuai dengan prosedur pengoperasian yang ditetapkan oleh pabrik pembuat. Jika tidak tersedia prosedur *run-in* dari perusahaan pembuat motor bakar, maka *run-in* bisa dilakukan dengan prosedur lain yang disepakati oleh pabrik pembuat motor bakar.

3.2 Pengujian harus dilakukan dengan menyambungkan secara langsung poros engkol dengan dinamometer. Namun apabila terjadi masalah sehingga tidak memungkinkan pemasangan poros engkol secara langsung dengan dinamometer atau untuk mesin yang tidak dapat beroperasi secara terpisah dari roda gigi pengubah kecepatan maka roda gigi pengubah kecepatan tersebut diperbolehkan untuk dipasang selama pengujian. Kerugian daya yang terjadi akibat penggunaan roda gigi atau sistem transmisi daya lainnya harus diperhitungkan dan dipergunakan untuk mengkoreksi daya yang terukur pada dinamometer sesuai dengan sub pasal 7.4.

3.3 Peralatan bantu (*auxiliaries*)

3.3.1 Peralatan bantu (*auxiliaries*) yang harus terpasang pada mesin

Untuk pengujian daya poros bersih peralatan bantu yang ditetapkan Tabel 1 harus dipasang dengan sebisa mungkin seperti kondisi pemasangan sebenarnya pada kendaraan.

3.3.2 Peralatan bantu (*auxiliaries*) yang tidak boleh dipasang pada mesin saat pengujian

Selama pengujian semua peralatan bantu yang terpasang pada mesin yang hanya diperlukan untuk pengoperasian kendaraan tidak boleh dipasang. Apabila peralatan tersebut

tidak mungkin untuk dilepas, maka daya yang diserap oleh peralatan tersebut dalam kondisi tanpa beban harus ditentukan dan ditambahkan pada daya poros yang terukur. Contoh peralatan bantu yang hanya diperlukan untuk pengoperasian kendaraan adalah:

- Kompresor pendingin udara
- Pompa *power steering*
- Kompresor udara untuk sistem pengereman
- Kompresor udara untuk sistem suspensi

Tabel 1 - Peralatan bantu pengujian

Peralatan bantu	Kondisi terpasang pada pengujian Daya poros bersih
1. Sistem saluran masuk udara saluran manipol udara <i>Crankcase Emission Control System</i> Saringan udara Peredam suara intake (<i>Intake silencer</i>) Peralatan Pembatas Putaran (<i>Speed Limiting Device</i>)	Ya, sesuai spesifikasi pabrikan ^{1a}
2. Pemanas Udara Masuk	Ya, sesuai spesifikasi pabrikan. Jika memungkinkan harus diatur pada posisi yang terbaik.
3. Sistem gas buang Pemurni gas buang (<i>Exhaust Purifier</i>) Saluran manipol gas buang Sistem Supercharger Pipa penghubung ^{1b} Peredam suara ^{1b} Pipa gas buang bagian ujung (<i>Tail Pipe</i>) ^{1b} Rem Gas Buang (<i>Exhaust Brake</i>) ²	Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan
4. Pompa pemasok bahan bakar ³	Ya, sesuai standar pabrikan
5. Karburator (untuk mesin bensin) Sistem control elektronik, <i>flowmeter</i> udara, dll, (jika ada)	Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan
6. Alat injeksi bahan bakar (untuk mesin diesel & mesin bensin injeksi) <i>Prefilter</i> <i>Filter</i> Pompa bertekanan tinggi Pipa tekanan tinggi Pengabut injeksi (<i>Injector</i>) Katup udara masuk ⁴ (jika ada) Sistem control elektronik, <i>flowmeter</i> udara, dll (jika ada) Governor atau sistem pengatur mesin <i>Automatic full-load stop for the control rack depending on atmospheric conditions</i>	Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan

Tabel 1 – (Lanjutan)

7. Sistem air pendingin mesin <i>Engine bonnet</i> <i>Bonnet air outlet</i> Radiator Kipas ^{5/6} Selubung kipas (<i>Fan cowl</i>) Pompa air pendingin <i>Thermostat</i> ⁷	Tidak dipasang Tidak dipasang Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan
8. Sistem Pendingin udara (untuk mesin berpendingin udara) Selubung Pengarah (<i>cowl</i>) <i>Blower</i> ^{5/6} Alat pengatur temperatur	Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan
9. Peralatan kelistrikan	Ya, ⁸ sesuai standar pabrikan
10. Sistem Supercharger (jika ada) Kompresor yang diputar oleh mesin ataupun oleh gas buang Pendingin udara masuk (<i>charge air cooler</i>) ⁹ Pompa air pendingin atau kipas yang diputar oleh mesin Peralatan pengatur laju aliran air pendingin (jika ada)	Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan Ya, sesuai standar pabrikan
11. Kipas pendingin tambahan dari bangku uji	Ya, jika diperlukan
12. Sistem penurun polusi gas buang ¹⁰	Ya, sesuai standar pabrikan

CATATAN

¹Jika dikhawatirkan akan terjadi pengaruh yang besar apabila sistem *intake* tidak terpasang lengkap, maka sistem *intake* yang lengkap bisa dipasang pada mesin terutama untuk mesin dua langkah dan untuk mesin bensin. Hal yang sama harus dilakukan jika pembuat mesin menginginkan agar sistem *intake* terpasang lengkap. Namun demikian penggunaan sistem *intake* pengganti yang ekuivalen diperbolehkan jika tekanan udara dalam saluran *intake* tidak berubah melebihi ± 100 Pa dari nilai tekanan saluran intake yang semestinya.

^{1b}Sistem gas buang yang lengkap harus dipasang, jika:

- Jika ada kemungkinan terjadi perubahan unjuk kerja yang signifikan jika sistem *exhaust* tidak terpasang lengkap.
- Jika yang diuji adalah mesin bensin dua langkah.
- Jika pembuat mesin menginginkan demikian.

Jika tidak mempergunakan sistem gas buang secara lengkap maka tekanan udara pada saluran gas buang tidak boleh berubah lebih dari 1 000 Pa dari nilai yang ditentukan oleh pembuat mesin. Tekanan gas buang diukur pada titik yang terletak 150 mm dari ujung sistem *exhaust* yang menempel pada mesin.

²Jika pada sistem *exhaust* terpasang *exhaust brake*, maka posisi katup harus terbuka penuh.

³Jika diperlukan maka tekanan suplai bahan bakar harus diatur sehingga sama seperti tekanan suplai bahan bakar pada mesin yang sebenarnya (terutama bila mesin menggunakan *fuel return system*).

⁴Katup udara masuk pada mesin diesel merupakan katup control bagi *governor pneumatic* yang mengatur pompa injeksi. *Governor* pada peralatan injeksi bahan bakar mungkin juga dilengkapi dengan berbagai perlengkapan yang bisa mempengaruhi jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar.

⁵Radiator, kipas, pengarah angin, pompa air pendingin, dan *thermostat* harus diletakkan pada posisi yang relatif sama seperti waktu dipasang pada kendaraan. Sirkulasi air pendingin hanya dilakukan oleh pompa air pendingin yang terpasang pada mesin. Panas yang diterima oleh air pendingin mesin selama pengujian berlangsung bisa didinginkan dengan radiator mesin ataupun menggunakan sistem pendingin eksternal. Tetapi jika mempergunakan sistem pendingin eksternal harus dibuat sedemikian rupa sehingga rugi rugi tekanan yang terjadi pada jalur air pendingin pada sistem pendingin eksternal secara substansial sama dengan rugi rugi tekanan yang terjadi saat mempergunakan radiator mesin. Jika mesin mempergunakan *radiator shutter* maka posisinya harus dalam kondisi terbuka penuh.

Jika karena berbagai sebab kipas dan sistem pendingin mesin tidak bisa dipasang sehingga tidak bisa beroperasi seperti kondisi operasi yang semestinya maka daya mesin yang semestinya diserap untuk mengoperasikan kipas harus diperhitungkan dan selanjutnya dikurangkan pada daya mesin yang terkoreksi. Besarnya daya yang diserap oleh kipas bisa diperoleh melalui perhitungan berdasarkan karakteristik kipas pada setiap titik pengujian atau bisa juga diperoleh melalui pengujian. Daya yang diserap oleh kipas harus dikoreksi terhadap kondisi ruangan standar dahulu sebelum dikurangkan pada daya mesin terkoreksi.

⁶Jika mesin yang diuji mempergunakan *disconnectable fan/blower* atau *progressive fan/blower* maka pada saat pengujian berlangsung fan atau blower tersebut harus dalam posisi *disconnect* (tidak tersambung), atau dalam posisi beroperasi dengan selip maksimum.

⁷*Thermostat* boleh dipasang dalam kondisi terbuka penuh.

⁸Generator mesin yang terpasang harus diatur agar daya yang diserapnya hanyalah sebesar daya yang dibutuhkan untuk mengoperasikan peralatan yang diperlukan untuk menjalankan mesin bukan untuk mengoperasikan peralatan tambahan lainnya (misal: kompresor AC, dsb). Jika dalam pengujian mesin membutuhkan suplai listrik dari aki maka harus dipergunakan aki yang bagus dan terisi listrik penuh.

⁹Jika mesin yang diuji adalah mesin yang menggunakan sistem suplai udara bertekanan yang didinginkan (*Charged air cooled engine*), maka pengujian harus dilakukan dengan sistem tersebut berfungsi normal. Jika pembuat mesin menghendaki maka sistem pendingin udara mesin bisa diganti dengan sistem pendingin udara yang terdapat di dalam bangku uji. Jika yang dipergunakan adalah sistem pendingin udara yang ada di dalam bangku uji maka besarnya penurunan tekanan maupun penurunan temperatur yang terjadi harus sama seperti saat mempergunakan sistem yang ada pada mesin sebenarnya.

¹⁰Yang termasuk sistem penurun polusi antara lain EGR (*exhaust gas recirculation system*), *catalytic converter*, *thermal reactor*, *secondary air supply*, *fuel evaporation protecting system*.

3.3.3 Peralatan bantu start untuk mesin diesel

Ada dua jenis peralatan Bantu yang dipergunakan untuk start mesin diesel, yaitu:

- a) Sistem *start* dengan menggunakan listrik. Untuk mesin diesel yang mempergunakan sistem starter listrik maka generator mesin harus terpasang. Generator ini harus menyuplai energi untuk sistem start dan berbagai perlengkapan lain yang diperlukan bagi pengoperasian mesin.
- b) Sistem start yang bukan listrik. Untuk mesin yang tidak mempergunakan sistem start elektrik maka generator mesin tidak perlu dipasang, kecuali jika generator tersebut diperlukan untuk menyuplai energi untuk perlengkapan perlengkapan lainnya yang diperlukan selama mesin beroperasi.

3.4 Kondisi seting mesin

Kondisi seting mesin untuk pengujian daya poros bersih dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 - Kondisi seting mesin

1	Seting Karburator	Sesuai spesifikasi pabrikan
2	Seting sistem pompa injeksi	Harus diset sesuai dengan setelan standar untuk mesin yang diproduksi. Tidak diperkenankan untuk merubah setelan mesin hanya untuk pengujian ini saja.
3	Seting waktu pengapian atau waktu injeksi (kurva pengapian)	Harus diset sesuai dengan setelan standar untuk mesin yang diproduksi. Tidak diperkenankan untuk merubah setelan mesin hanya untuk pengujian ini saja.
4	Seting Governor	Sesuai spesifikasi Pabrikan
5	Peralatan Penurun Emisi gas buang	Sesuai spesifikasi pabrikan

3.5 Bahan bakar yang dipergunakan

Sebaiknya bahan bakar yang dipergunakan adalah bahan bakar yang tersedia di pasaran.

3.6 Minyak pelumas yang dipergunakan

Minyak pelumas yang dipergunakan adalah minyak pelumas yang memenuhi spesifikasi minyak pelumas yang diminta oleh pembuat mesin.

4 Prosedur pengujian dan pencatatan data

4.1 Prosedur pengujian

4.1.1 Untuk mesin bensin pengujian dilakukan dengan posisi bukaan *throttle* terbuka penuh (100%). Sedangkan untuk mesin diesel pengujian dilakukan dengan *rack* pada posisi yang menghasilkan daya maksimum.

4.1.2 Pengujian unjuk kerja mesin diawali dengan menjalankan mesin sehingga mesin menghasilkan daya sebesar 80% dari daya maksimumnya pada putaran yang ditentukan oleh pembuat mesin dan dipertahankan selama 3 menit.

4.1.3 Pengujian harus dilakukan pada sejumlah titik putaran kerja yang cukup sehingga dapat diperoleh secara pasti kurva daya mesin pada daerah putaran kerja mesin dari putaran terendah sampai dengan putaran tertinggi.

4.2 Pencatatan data

4.2.1 Data yang harus dicatat adalah data data seperti yang terdapat pada pasal 6. Data unjuk kerja bisa dicatat setelah mesin beroperasi dengan stabil pada setiap titik pengujian yang ditentukan. Selama pengujian mesin harus mendapatkan suplai udara bersih yang diperlukannya. Kondisi lingkungan saat dilakukan pengujian sebisa mungkin diatur agar mendekati kondisi standar (misal: temperatur udara masuk sebisa mungkin mendekati temperatur udara standar seperti yang terdapat pada sub pasal 7.2).

4.2.2 Temperatur udara masuk diukur pada jarak maksimal 0,15 m dari titik masuk udara ke dalam saringan udara. Jika tidak dipergunakan saringan udara maka pengukuran temperatur udara bisa dilakukan pada daerah yang terletak maksimal 0,15 m dari ujung saluran masuk ke mesin. Termometer maupun alat ukur temperatur lain yang dipergunakan untuk pengukuran temperatur udara harus dilindungi dari kemungkinan terkena radiasi panas maupun percikan bahan bakar yang bisa menyebabkan kesalahan pembacaan data.

Alat ukur yang dipergunakan harus terletak tepat pada jalur aliran udara yang bergerak masuk ke dalam mesin.

4.2.3 Semua data diambil jika bacaan torsi, putaran mesin dan temperatur terlihat relatif stabil minimal selama 1 menit.

4.2.4 Pada setiap titik pengujian dan pada setiap pengambilan data maka putaran mesin harus berada pada nilai putaran yang diinginkan, dengan toleransi putaran maksimum sebesar $\pm 1\%$ atau ± 10 rpm (dipakai toleransi yang terbesar).

4.2.5 Nilai nilai parameter yang diamati (torsi, konsumsi bahan bakar, temperatur udara masuk) harus dicatat secara simultan. Data yang dicatat harus merupakan rata rata dari dua bacaan stabil yang berurutan secara langsung yang perbedaan nilainya tidak boleh lebih dari 2%.

4.2.6 Pada mesin yang menggunakan pendingin air, maka pengukuran temperatur air pendingin dilakukan pada titik keluar air pendingin dari mesin. Temperatur air pendingin pada posisi tersebut harus dipertahankan pada nilai yang sudah ditentukan oleh perusahaan pembuat mesin dengan toleransi sebesar $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Jika perusahaan pembuat mesin tidak menetapkan nilai batas tersebut maka temperatur air pendingin pada titik keluaran mesin diatur sebesar $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Jika diperlukan maka pengendalian temperatur air pendingin bisa dilakukan dengan peralatan pengatur temperatur tambahan.

Pada mesin yang menggunakan pendingin udara, maka temperatur yang dipantau adalah temperatur di titik atau tempat yang sudah ditentukan oleh pembuat mesin. Pada saat dilakukan pengujian pada temperatur udara standar maka temperatur di titik tersebut maksimum sama dengan temperatur batas yang ditentukan oleh perusahaan pembuatnya dan minimum kurang 20°C dari temperatur batas maksimum yang diperbolehkan oleh perusahaan pembuatnya. Jika diperlukan maka pengendalian temperatur udara bisa mempergunakan peralatan pengatur temperatur tambahan.

4.2.7 Temperatur bahan bakar diukur pada saluran masuk ke karburator atau pada sistem injeksi bahan bakar. Temperatur bahan bakar harus dipertahankan pada nilai yang direkomendasikan oleh perusahaan pembuat mesin.

4.2.8 Temperatur minyak pelumas diukur pada bak penampung minyak pelumas (*oil sump*), atau pada titik keluar pelumas dari sistem pendingin minyak pelumas (jika mesin mempergunakan sistem pendingin khusus untuk mendinginkan minyak pelumas/*oil cooler*). Temperatur minyak pelumas harus dijaga berada pada nilai temperatur yang disarankan oleh pembuat mesin. Apabila diperlukan maka bisa dipergunakan peralatan pengatur temperatur tambahan untuk menjaga agar temperatur minyak pelumas sesuai dengan nilai yang diinginkan.

5 Ketelitian pengukuran

5.1 Ketelitian pengukuran torsi adalah $\pm 1\%$ dari nilai momen puntir yang akan diukur pada saat pengujian unjuk kerja mesin. Ketelitian pengukuran torsi pada *range* pengukuran 50% ke bawah adalah $\pm 2\%$ dari nilai torsi yang diukur.

5.2 Ketelitian pengukuran putaran mesin adalah $\pm 0,5\%$ dari putaran yang diukur.

5.3 Ketelitian pengukuran konsumsi bahan bakar adalah $\pm 1\%$ dari nilai konsumsi bahan bakar yang diukur.

5.4 Ketelitian pengukuran temperatur bahan bakar adalah $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

- 5.5 Ketelitian pengukuran temperatur udara masuk adalah $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- 5.6 Ketelitian pengukuran tekanan udara ruangan adalah $\pm 100\text{ Pa}$.
- 5.7 Ketelitian pengukuran tekanan udara dalam saluran *intake* adalah $\pm 50\text{ Pa}$.
- 5.8 Ketelitian pengukuran tekanan saluran gas buang adalah $\pm 200\text{ Pa}$.

6 Faktor koreksi daya

6.1 Definisi

Faktor koreksi daya adalah koefisien α_a yang dipergunakan untuk mengkonversikan nilai daya mesin yang diuji pada kondisi lingkungan yang tidak standar menjadi nilai daya mesin pada kondisi lingkungan standar.

$$P_o = \alpha_t \times \alpha_a \times P$$

Keterangan :

P_o adalah daya yang sudah terkoreksi

α_t adalah faktor koreksi daya karena penggunaan sistem transmisi saat pengujian.

α_a adalah faktor koreksi daya terhadap kondisi ruangan pengujian.

P adalah daya mesin yang terukur pada saat pengujian.

6.2 Kondisi lingkungan standar

6.2.1 Temperatur udara standar adalah 25°C .

6.2.2 Tekanan Udara Kering (P_{so}) adalah 99 kPa . Tekanan udara kering ini diperoleh dari tekanan udara total sebesar 100 kPa dan tekanan uap air jenuh sebesar 1 kPa .

6.3 Kondisi lingkungan saat pengujian

Kondisi lingkungan saat dilakukan pengujian unjuk kerja mesin adalah seperti berikut ini:

6.3.1 Temperatur ruangan (T) adalah seperti berikut:

- a) Untuk mesin bensin $288\text{ K} \leq T \leq 308\text{ K}$
- b) Untuk mesin diesel $283\text{ K} \leq T \leq 313\text{ K}$.

6.3.2 Tekanan udara ruangan (P_s) adalah $80\text{ kPa} \leq P_s \leq 110\text{ kPa}$.

6.4 Cara perhitungan faktor koreksi daya

6.4.1 Untuk mesin bensin baik yang *naturally aspirated* maupun yang menggunakan *supercharger* maka faktor koreksi daya terhadap kondisi ruangan bisa dihitung dengan rumus:

$$\alpha_a = \left(\frac{99}{P_s} \right)^{1,2} \times \left(\frac{T}{298} \right)^{0,6}$$

keterangan:

P_s adalah tekanan udara kering total (kPa) yang merupakan tekanan udara total dikurangi dengan tekanan uap air pada kondisi pengujian.

T adalah temperatur absolut dari udara yang dihisap oleh mesin (dalam satuan K)

Agar hasil pengujian valid maka $0,93 \leq \alpha_a \leq 1,07$. Jika nilai α_a diluar batas tersebut maka kondisi lingkungan saat pengujian dilakukan harus dituliskan dalam laporan (T dan P_s).

6.4.2 Faktor koreksi daya untuk mesin diesel

Faktor koreksi daya untuk mesin diesel α_d diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$\alpha_d = f_a \times f_m$$

keterangan:

f_a adalah faktor koreksi terhadap kondisi ruangan

f_m adalah faktor koreksi yang terkait dengan parameter karakteristik tipe mesin dan pengaturannya.

6.4.2.1 Faktor koreksi terhadap kondisi ruangan uji f_a

Faktor ini merupakan faktor koreksi yang dihitung berdasarkan kondisi ruangan pengujian (temperatur, tekanan udara dan kelembaban udara). Untuk tipe mesin yang berbeda maka rumus yang dipergunakan untuk menghitung f_a juga berbeda.

6.4.2.1.1 Rumus perhitungan f_a untuk mesin diesel *naturally aspirated* dan *mechanically supercharged*.

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s} \right) \times \left(\frac{T}{298} \right)^{0,7}$$

6.4.2.1.2 Rumus perhitungan f_a untuk mesin diesel dengan *turbocharger* baik dengan *intercooler* maupun tanpa *intercooler*.

$$f_a = \left(\frac{99}{P_s} \right)^{0,7} \times \left(\frac{T}{298} \right)^{1,5}$$

6.4.2.2 Faktor koreksi karena kondisi mesin f_m

f_m merupakan fungsi dari q_c (aliran bahan bakar yang terkoreksi), seperti berikut ini:

$$f_m = 0,036 \times q_c - 1,14$$

dimana, $q_c = q/r$

Keterangan:

q adalah laju aliran bahan bakar dalam satuan milligram persiklus perliter dari total volume langkah (mg/l.siklus)

r adalah perbandingan tekanan udara saat keluar kompresor dan saat masuk kompresor (untuk mesin dengan *supercharger*), sedangkan nilai r untuk mesin *naturally aspirated* adalah 1.

Rumus diatas hanya valid jika nilai q_c berada pada rentang $40\text{mg/l.siklus} \leq q_c \leq 65\text{mg/l.siklus}$.

Jika nilai $q_c < 40\text{mg/l.siklus}$ maka digunakan nilai $f_m = 0,3$.

Jika nilai $q_c > 65\text{mg/l.siklus}$ maka digunakan nilai $f_m = 1,2$

6.4.2.3 Kondisi Ruangan yang harus dipenuhi

Agar pengujian bisa dianggap valid maka faktor koreksi α_d harus sedemikian sehingga $0,9 \leq \alpha_d \leq 1,1$. Jika nilai faktor koreksi α_d berada diluar rentang ini, maka kondisi ruangan (temperatur dan tekanan udara) harus dicatat di dalam laporan.

7 Penyajian hasil

7.1 Informasi tentang mesin yang diuji

Berbagai informasi yang berhubungan dengan karakteristik mesin yang diuji yang diperlukan dalam pelaksanaan pengujian unjuk kerja mesin harus ditulis seperti pada Lampiran A.

7.2 Tabel hasil uji unjuk kerja

Tabel untuk menyampaikan hasil uji unjuk kerja mesin dibuat seperti pada lampiran B.

7.3 Kurva unjuk kerja mesin

Untuk melengkapi data data hasil uji unjuk kerja mesin maka perlu dibuat sebuah kurva unjuk kerja mesin seperti yang dijelaskan pada Lampiran B.

Lampiran A (Normatif)

Informasi Mengenai Karakteristik Mesin yang Diperlukan Bagi Pelaksanaan Pengujian Unjuk Kerja Mesin

1. Diskripsi tentang mesin

- 1.1 Pembuat.....
- 1.2 Tipe.....
- 1.3 Prinsip Kerja: mesin bensin/ mesin diesel/ 2 langkah/ 4 langkah¹
- 1.4 Diameter silinder.....mm
- 1.5 Langkah.....mm
- 1.6 Jumlah silinder, *lay out* silinder dan urutan pengapiannya.....
- 1.7 Kapasitas silinder.....cm³
- 1.8 Perbandingan kompresi.....
- 1.9 Gambar ruang bakar dan *piston crown*
- 1.10 Luas penampang lintang minimum dari saluran udara masuk dan saluran gas buang.....
- 1.11 Bahan bakar yang dipakai: bensin bertimbal/ bensin tanpa timbal/ solar¹
- 1.12 Sistem pendinginan mesin: mempergunakan cairan/ udara¹
 - 1.12.1 Cairan yang dipergunakan..... mempergunakan pompa: ya/ tidak¹
 Karakteristik pompa atau, pembuat....., Tipe.....
 Perbandingan putaran pompa terhadap poros engkol.....
 Thermostat, seting:.....
 Radiator: gambar, pembuat dan tipe.....
Relief valve: seting tekanan.....
 Karakteristik kipas atau, pembuat....., Tipe.....
 Sistem penggerak kipas:....., Perbandingan putaran:.....
 Selubung kipas (*fan cowl*):.....
 - 1.12.2 Karakteristik sistem pendingin udara (untuk mesin mesin dengan sistem pendinginan udara)
 Karakteristik *blower* atau, Pembuat:....., Tipe:.....
 Sistem saluran udara (*air ducting*) sesuai standar produksi:.....
 Sistem pengatur temperatur: ada/ tidak¹, berikan deskripsi singkat:.....
 - 1.12.3 Temperatur yang diperbolehkan oleh pembuat mesin
 - 1.12.3.1 Temperatur maksimum cairan pendingin, diukur pada saat cairan keluar dari mesin:.....
 - 1.12.3.2 Sistem dengan pendinginan udara: titik referensi pengukuran:.....
, temperatur maksimum pada titik referensi:.....
 - 1.12.3.3 Temperatur maksimum udara masuk (diukur pada titik keluaran dari *intercooler*):.....

- 1.12.3.4 Temperatur bahan bakar: maksimum:....., minimum:.....
- 1.12.3.5 Temperatur minyak pelumas: maksimum:....., minimum:.....
- 1.13 Supercharger: ada/tidak¹. Deskripsi dari sistem *supercharger*
- 1.14 Sistem *Intake*
- Intake *Manifold*:....., Deskripsi:.....
- Filter udara:....., Pembuat:....., Tipe:.....
- Intake Silencer*:....., Pembuat:....., Tipe:.....
2. Peralatan penurun polusi (jika ada)
- Deskripsi dan diagramnya
3. Sistem udara masuk dan sistem suplai bahan bakar
- 3.1 Deskripsi dan diagram pipa saluran udara masuk dan asesorinya (pemanas udara, dsb)
- 3.2 Sistem suplai bahan bakar
- 3.2.1 Mempergunakan karburator¹,, jumlahnya:.....
- 3.2.1.1 Pembuat:.....
- 3.2.1.2 Tipe:
- 3.2.1.3 *Setting* (pengaturan)²
- 3.2.1.3.1 Jet (ukuran *spuyer*) yang dipergunakan, atau kurva aliran bahan bakar terhadap aliran udara, dan seting yang diperlukan agar karburator bisa mengikuti kurva tersebut.^{1/2}
- 3.2.1.3.2 Venturi yang dipergunakan, atau kurva aliran bahan bakar terhadap aliran udara, dan seting yang diperlukan agar karburator bisa mengikuti kurva tersebut.^{1/2}
- 3.2.1.3.3 Tinggi permukaan pelampung, atau kurva aliran bahan bakar terhadap aliran udara, dan seting yang diperlukan agar karburator bisa mengikuti kurva tersebut.^{1/2}
- 3.2.1.3.4 Massa pelampung, atau kurva aliran bahan bakar terhadap aliran udara, dan seting yang diperlukan agar karburator bisa mengikuti kurva tersebut.^{1/2}
- 3.2.1.3.5 Jarum pelampung, atau kurva aliran bahan bakar terhadap aliran udara, dan seting yang diperlukan agar karburator bisa mengikuti kurva tersebut.^{1/2}
- 3.2.1.4 *Choke*: manual/otomatis¹, Seting kondisi tertutup².....
- 3.2.1.5 Pompa penyuplai bahan bakar
- Tekanan²....., atau diagram karakteristiknya² ...
- 3.2.2 Sistem injeksi bahan bakar¹ (bagi mesin yang mempergunakan sistem injeksi)
- Prinsip kerja: Diinjeksikan pada manifold/langsung ke dalam ruang bakar¹
- Diinjeksikan pada *prechamber*/swirl *chamber*¹.....
- 3.2.2.1 Pompa injeksi bahan bakar

- 3.2.2.1.1 Pembuat:.....
- 3.2.2.1.2 Tipe:.....
- 3.2.2.1.3 Debit :mm³/langkah pompa pada putaran^{1/2}.....

 Atau bisa ditunjukkan diagram karakterisriknya.
 Prosedur kalibrasi: pada bangku uji/pada mesin¹
- 3.2.2.1.4 Waktu injeksi:.....
- 3.2.2.1.5 Kurva injeksi:.....
- 3.2.2.2 Nosel injektor:.....
- 3.2.2.3 Governor
- 3.2.2.3.1 Pembuat:
- 3.2.2.3.2 Tipe:
- 3.2.2.3.3 Titik *cut off* dalam kondisi terbebani:.....(rpm)
- 3.2.2.3.4 Putaran maksimum dalam kondisi tanpa beban:(rpm)
- 3.2.2.3.5 Putaran *idle*:.....(rpm)
- 3.2.2.4 Peralatan untuk start mesin dalam kondisi dingin.
- 3.2.2.4.1 Pembuat:
- 3.2.2.4.2 Tipe:
- 3.2.2.4.3 Deskripsi dari sistem tersebut:
- 3.2.2.5 Peralatan bantu untuk start
- 3.2.2.5.1 Pembuat:
- 3.2.2.5.2 Tipe:
- 3.2.2.5.3 Deskripsi sistem:
- 4 Timing katup atau data lain yang ekuivalen**
- 4.1 Tinggi bukaan katup maksimum, sudut saat membuka dan menutup (atau detail dari *timing* sistem distribusi alternatif) yang diukur relative terhadap titik mati atas.
- 4.2 Nilai referensi atau rentang nilai yang diperbolehkan¹.....
- 5 Pengapian**
- 5.1 Tipe sistem pengapian
- 5.1.1 Pembuat:
- 5.1.2 Tipe:
- 5.1.3 Kurva pemajuan pengapian (*Ignition advance curve*)²
- 5.1.4 *Timing* pengapian²
- 5.1.5 Celah titik kontak² dan sudut *dwell*^{1/2}
- 6 Sistem gas buang**
- Deskripsi dan diagram:
- 7 Sistem pelumasan**
- 7.1 Deskripsi dari sistem:
- 7.1.1 Posisi *reservoir* minyak pelumas:

- 7.1.2 Sistem Pengumpanan (dengan pompa, injeksi ke *intake*, dicampur dengan bahan bakar, dsb)
- 7.2 Pompa minyak pelumas¹.
- 7.2.1 Pembuat:
- 7.2.2 Tipe:
- 7.3 Jika dicampur dengan bahan bakar¹
- 7.3.1 Presentase:
- 7.4 Pendingin minyak pelumas (*oil cooler*): ada/tidak¹
- 7.4.1 Gambar, atau pembuat dan tipe yang digunakan:

8 Perlengkapan kelistrikan

Generator/Alternator: ¹Karakteristik, atau pembuat dan tipe yang digunakan:

9 Perlengkapan perlengkapan lain yang dipasang pada mesin

Berikan rinciannya dan deskripsi singkat tentang masing masing perlengkapan lainnya yang terpasang pada mesin.

10 Informasi tambahan tentang kondisi pengujian

- 10.1 Busi
- 10.1.1 Pembuat:
- 10.1.2 Tipe:
- 10.1.3 Seting celah busi:
- 10.2 *Coil* pengapian
- 10.2.1 Pembuat:
- 10.2.2 Tipe:
- 10.3 Kondenser pengapian:
- 10.3.1 Pembuat:
- 10.3.2 Tipe:
- 10.4 Peralatan penekan interferensi gelombang radio
- 10.4.1 Pembuat:
- 10.4.2 Tipe:

11 Unjuk kerja mesin yang dinyatakan oleh pembuat mesin

- 11.1 Putaran *Idle*² (rpm)
- 11.2 Putaran pada saat daya maksimum² (rpm)
- 11.3 Daya Maksimum (yang terkoreksi):(kW)
- 11.4 Putaran pada saat torsi maksimum²(rpm)
- 11.5 Torsi maksimum²(Nm)

CATATAN

¹ Coret yang tidak dipergunakan.

² Berikan nilai toleransinya.

Lampiran B
(normatif)
Hasil pengujian unjuk kerja mesin

Lembar ini harus diisi dengan lengkap oleh laboratorium yang menguji.

1 Kondisi pengujian

- 1.1 Tekanan tekanan yang diukur pada saat daya maksimum
 - 1.1.1 Tekanan barometer total:(Pa)
 - 1.1.2 Tekanan uap air:(Pa)
 - 1.1.3 Tekanan gas buang:(Pa)
- 1.2 Temperatur temperatur yang diukur pada saat daya maksimum
 - 1.2.1 Temperatur udara masuk:(K)
 - 1.2.2 Temperatur udara pada saat keluar dari *intercooler*:(K)
 - 1.2.3 Temperatur dari cairan pendingin
 - 1.2.3.1 Pada saat keluar dari saluran keluar pendingin pada mesin:(K)¹
 - 1.2.3.2 Pada titik referensi bagi mesin berpendingin udara:(K)¹
 - 1.2.4 Temperatur minyak pelumas:(K) (sebutkan letak titik pengukurannya)
 - 1.2.5 Temperatur bahan bakar
 - 1.2.5.1 Pada saluran masuk pompa bahan bakar:(K)
 - 1.2.5.2 Pada alat pengukur konsumsi bahan bakar:(K)
- 1.3 Karakteristik dinamometer
 - 1.3.1 Pembuat:, Model:
 - 1.3.2 Tipe:

2 Bahan bakar

- 2.1 Untuk mesin bensin berbahan bakar cair
 - 2.1.1 Pembuat:
 - 2.1.2 Spesifikasi:
 - 2.1.3 *Additive Anti Knock*:
 - 2.1.3.1 Tipe:
 - 2.1.3.2 Jumlah kandungan:(mg/l)
 - 2.1.4 Bilangan oktan: (ASTM D 26 99-70)
 - 2.1.4.1 Massa jenis pada 288 K:(g/cm³).
 - 2.1.4.2 Nilai panas rendah (LHV):(kJ/kg)
- 2.2 Untuk mesin diesel berbahan bakar cair
 - 2.2.1 Pembuat:
 - 2.2.2 Spesifikasi bahan bakar yang dipergunakan:
 - 2.2.3 Bilangan cetana (ASTM D 976-71):
 - 2.2.4 Massa jenis pada 288 K:(g/cm³)
 - 2.2.5 Nilai panas rendah (LHV):(kJ/kg)

3 Minyak pelumas

- 3.1 Pembuat:
- 3.2 Spesifikasi:
- 3.3 Viskositas SAE:

4 Tabel lengkap hasil pengukuran unjuk kerja mesin

Putaran mesin (rpm)		
Torsi yang terukur (Nm)		
Daya yang terukur (kW)		
Laju aliran bahan bakar yang terukur (g/jam)		
Tekanan barometer ruangan (kPa)		
Tekanan uap air (kPa)		
Temperatur udara masuk (K)		
Daya yang harus ditambahkan karena pemasangan perlengkapan tambahan yang seharusnya dilepas (kW), No. 1, No.2, No.3		
Faktor koreksi daya		
Daya terkoreksi (kW), (dengan/tanpa kipas)		
Daya dari kipas (kW), (harus dikurangkan dari daya terkoreksi jika kipas tidak terpasang)		
Daya bersih (kW)		
Torsi bersih (kW)		
Konsumsi bahan bakar spesifik terkoreksi (g/kW.jam) ²		
Temperatur air pendingin pada saluran keluar mesin (K)		
Temperatur minyak pelumas pada titik pengukuran (K)		
Temperatur udara keluar dari <i>pressure charger</i> (K) ³		
Temperatur bahan bakar pada saluran masuk pompa injeksi (K)		
Temperatur udara setelah <i>intercooler</i> (K) ³		
Tekanan udara setelah <i>pressure charger</i> (kPa) ³		
Tekanan udara setelah <i>charge air cooler</i> (kPa) ³		

CATATAN

¹Tulis yang dipergunakan saja.

²Dihitung menggunakan daya bersih pada mesin bensin dan mesin diesel. Khusus pada mesin bensin harus dikalikan dengan faktor koreksi daya.

³Hanya ditulis jika dipergunakan.

Bibliografi

SNI 09-1825-2002, *Sistem penggolongan/klasifikasi kendaraan bermotor.*











BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3,4,7,10
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id